



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 18 699 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
B 60 R 21/32
B 60 R 21/01
G 01 B 17/00
G 01 S 15/42

②1 Aktenzeichen: 100 18 699.8
②2 Anmeldetag: 14. 4. 2000
④3 Offenlegungstag: 30. 11. 2000

DE 100 18 699 A 1

③0 Unionspriorität:
09/292,170 15. 04. 1999 US
⑦1 Anmelder:
Robert Bosch Corp., Farmington Hills, Mich., US
⑦4 Vertreter:
Barz, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 80803
München

⑦2 Erfinder:
Seip, Ralf, Indianapolis, Ind., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤4 Lineares Ultraschall-Wandlerfeld für ein Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem
⑤7 Verbessertes Kraftfahrzeugbelegungs-Sensor(AOS)-
System mit einem linearen oder beabstandeten Feld von
Ultraschall(US)-Wandlern, die an die Dachverkleidung ei-
nes Fahrzeugs angrenzend angebracht sind, um ein Feld
von US-Strahlen auszurichten, um eine an einen Sitz des
Fahrzeugs angrenzende, vorgegebene Belegungszone zu
definieren. Die AOS-Elektronik kann mit dem Wandlerfeld
integral gebündelt und mit der Dachverkleidung bündig
abschließend montiert werden. Das Feld erlaubt die Be-
stimmung des Belegungszustandes durch einen AOS-
Klassifikationsalgorithmus und ein -verfahren unter aus-
schließlicher Verwendung von US-Echo-Entfernungsda-
ten, wodurch die Kosten und die Komplexität des Sy-
stems verringert, die Geschwindigkeit verbessert und die
Kalibrierung vereinfacht wird.

DE 100 18 699 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem (AOS - Automotive Occupancy Sensor) zur Erfassung des Besetzungszustandes eines Kraftfahrzeuges, einschließlich der Position und/oder der Art des Insassen in bezug auf den Kraftfahrzeuginnenraum und insbesondere ein lineares oder zueinander beabstandetes Feld von Ultraschall(US)-Wandlern, die allein oder mit anderen Sensoren als Teil eines AOS-Systems in der Dachverkleidung (head liner) eines Kraftfahrzeugs oder an diese angrenzend montiert sind. In der bevorzugten Ausführungsform ermöglicht das Feld die Bestimmung des Besetzungszustandes eines oder mehrerer Sitze des Kraftfahrzeugs durch einen AOS-Klassifikations-Algorithmus ausschließlich unter Verwendung von US-Echo-Entfernungsdaten, wodurch die Kosten und die Komplexität des Systems verringert, die Geschwindigkeit verbessert und die Kalibrierung vereinfacht wird.

Studien haben gezeigt, daß es eine Klasse von Kraftfahrzeugunfällen gibt, die in Verbindung mit Airbag-Auslösungen und der Art und Position des Kraftfahrzeuginsassen Verletzungen verursachen, insbesondere in bezug auf Airbags, die in Richtung von Sitzen ausgelöst werden, die von Kindern oder Säuglingen in Autositzen belegt sind. Zur Regelung der Airbag-Auslösung wurden Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsysteme (AOS) entwickelt, die in Verbindung mit damit zusammenarbeitenden Airbag-Auslösungssystemen (ADS - Airbag Deployment Systems) verwendet werden. Die AOS-Belegungserfassung wird durch das ADS verwendet, um die Airbag-Auslösung als Reaktion auf den durch das AOS klassifizierten oder erfaßten Besetzungszustand des angrenzenden Kraftfahrzeuginnenraums abzubauen, aufzuschieben, hinsichtlich der Geschwindigkeit, des Zeitverhaltens oder der Aufblasmenge zu variieren, für einen von mehreren auszulösenden Airbags auszuwählen oder die Airbag-Auslösung in anderer Weise zu regeln. Diese Systeme sind auch als "Smart-Airbag-Systeme" bekannt. Ursprünglich für vordere Airbag-Systeme vorgeschlagen können intelligente Airbag-Systeme in gleicher Weise AOS zur Steuerung der Auslösung von Seitenairbag-Systemen umfassen. Zum Hintergrund von AOS-Systemen siehe das am 9. Januar 1996 erteilte US-Patent 5 482 314 von Corrado et al. und auch das am 30. März 1999 erteilte US-Patent 5,890,085 von Corrado et al. sowie die darin zitierten Verweise, deren Patente hierdurch mit Verweis aufgenommen werden.

AOS-Systeme können verschiedene Typen von Sensoren verwenden, welche Signale erzeugen, die eine Information bezüglich des Belegungszustandes bereitstellen. Dies schließt Drucksensoren, Berührungssensoren, Infrarotsensoren, kapazitive Sensoren, mit sichtbarem Licht arbeitende Sensoren und dergleichen ein. In AOS-Systemen können als aktive Sensoren auch Ultraschall(US)-Wandler enthalten sein. Die Echos der von dem Wandler übertragenen Ultraschallsignale werden nach ihrer Reflexion am Fahrzeuginnenraum und an den Insassen von dem Wandler erfaßt.

Typischerweise verwenden AOS-Systeme Sensorsysteme und relativ komplizierte klassifikations- und wahrscheinkeitsbasierte Entscheidungsalgorithmen, die zusätzlich zu der Entfernung der Haupt-Ultraschall-Echoquelle die Analyse einer Anzahl von verschiedenen form-, Zeit- und amplitudenbezogenen Aspekten der reflektierten Ultraschallsignale erfordern. In manchen Systemen erfordert eine derartige Analyse relativ teure, hochempfindliche Ultraschallwandler und relativ komplizierte Algorithmen, die Daten bearbeiten, die über relativ lange Zeitintervalle gesammelt wurden, um den Belegungszustand des Fahrzeuginnenraums zu klassifizieren, wodurch die Zeitspanne ver-

größert wird, die erforderlich ist, um zu einer zuverlässigen Klassifikationsbestimmung zu gelangen. Umweltfaktoren können Verzerrungen und Rauschen in das Ultraschallsignal induzieren, wodurch die Aufgabe einer zuverlässigen Belegungsklassifikation und/oder Zustandsbestimmung erschwert wird. Zusätzlich spiegelt sich die Aufgabe des Aufbaus einer Vergleichs-Datenbank und des Entwurfs des Mikroprozessors und der zugehörigen Schaltung zur Verarbeitung der komplizierten Algorithmuslogik in den gesamten Systementwicklungskosten und im Stückpreis wieder.

Insbesondere angesichts der derzeit vorgeschlagenen verbesserten Airbag-Steueranforderungen, wie der NHTSA 98-4405, Notice 1 RIN 2127-AG70, besteht ein Bedarf an einem kostengünstigen, zuverlässigen AOS-System, das überall und schnell in der Herstellung von Kraftfahrzeugen implementiert werden kann. Es besteht ein Bedarf an einem AOS-Sensorsystem, das kostengünstig, zuverlässig, robust (auch gegenüber Umweltstörungen) ist und das aufgrund von quantitativen Ultraschall-Echo-Entfernungsdaten eine vereinfachte, schnelle Klassifikation erlaubt.

Ein Hauptziel und ein Vorteil der Erfindung besteht darin, ein Feld von Ultraschall(US)-Wandlern zu schaffen, die in der Dachverkleidung (head liner) des Insassenabteils eines Kraftfahrzeuges oder daran angrenzend montiert sind und die Signale zur AOS-Belegungsklassifikation und/oder -zustandsbestimmung aufgrund von einfachen Echo-Entfernungsdaten liefern. Ein anderes Ziel und ein Vorteil der Erfindung besteht darin, ein kostengünstiges, haltbares Sensorsystem bereitzustellen, das einfach zu installieren, zu kalibrieren und zu warten ist und gegenüber Umweltstörungen unempfindlich ist. Ein weiteres Ziel und ein Vorteil der Erfindung besteht darin, ein Sensorsystem vorzuschlagen, das eine einfache und beschleunigte Signal- und Klassifikations- und/oder Zustandsbestimmungsverarbeitung erlaubt. Andere Ziele und Vorteile sind aus der Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen der Erfindung ersichtlich.

Das lineare AOS-Wandlerfeld besteht aus einer Vielzahl von Wandlern, typischerweise zwei bis acht, vorzugsweise ungefähr vier bis sechs pro Sitz, in einem zueinander beabstandeten Feld, die vorzugsweise innerhalb der Dachverkleidung (head liner) an das Dach angrenzend montiert sind. Bei den Hauptausführungsformen ist das Feld ein geordnetes Feld, das sich in dem Passagierabteil im allgemeinen von vorne nach hinten erstreckt. Eine bevorzugte Ausführungsform des Feldes weist einen linearen Streifen von Wandlern auf, der im wesentlichen parallel zur Mittellachse des Kraftfahrzeugs entweder im wesentlichen oberhalb oder auf einer Seite der hinteren Mittellachse der normalen Sitzfläche in die Dachverkleidung (head liner) eingebaut ist. Vorzugsweise ist das Feld leicht außen neben der normalen Kopfposition, d. h. der Mittellängsachse des Sitzes, angeordnet. Für einen Insassen auf einem Frontsitz, wie einem Frontsitzpassagier, erstreckt sich das Feld vorzugsweise von nahe der hinteren Kante der Sonnenblende vor dem Sitz bis ungefähr zu der Längsposition der Sitzkopfstütze, wenn der Sitz ganz nach hinten eingestellt ist.

Sofern der Zusammenhang keine eingeschränkte Bedeutung impliziert, wird der Begriff "Insasse" und der Begriff "Objekt" hierbei zur Bezeichnung einer Person oder von Personen oder eines Objekts oder von Objekten verwendet, die den Sitz und/oder den oberhalb des Sitzes befindlichen Raum besetzen (z. B. ein Fahrer, ein Passagier, ein Kinder- oder Säuglingssitz, ein auf dem Schoß eines anderen Passagiers sitzender Passagier, sowie Pakete, Tiere oder auf einem Sitz liegende Objekte und dergleichen), deren Anwesenheit, Bewegung und/oder Position für die Sicherheitskriterien relevant sind, die verwendet werden, um zu bestimmen, ob ein bestimmtes Airbag-System in einem Kraftfahr-

zeug ausgelöst, freigegeben, gesperrt, abgebrochen oder in modifizierter Form ausgelöst werden soll.

Zur Bereitstellung einer Belegungserfassung für den Fahrer und/oder andere Frontsitzinsassen kann ein zweites AOS-Feld auf der gegenüberliegenden Seite der Kraftfahrzeugmittellachse symmetrisch montiert sein. Für Insassensitze hinter dem Fahrer den Frontpassagieren können Felder vorgesehen sein, d. h. in der Mitte oder – wie gewünscht – in den hinteren Sitzbereichen. Obwohl die Felder hier bezüglich des bevorzugten Ausführungsbeispiels als linear und im wesentlichen parallel zur Mittelachse beschrieben werden, können sie auch quer oder diagonal sowie in einem vorgegebenen Feld angeordnet sein, z. B. an den Scheitelpunkten eines Dreiecks, einer Raute oder eines Polygons.

Grundsätzlich sind die Wandler des Feldes nach unten gerichtet, um einen Satz von im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden und zueinander beabstandeten Ultraschallimpulsen zu übertragen. Der abwärts gerichtete Satz von Impulsen umfaßt ("badet" oder "überstreicht") ein Volumen des Kraftfahrzeuginnenraums, das als Kopfzone (hier allgemein als "H-Zone" angegeben) bezeichnet wird, was ein vorbestimmter Belegungsbereich ist. Die H-Zone ist vorzugsweise durch den Raum definiert, in dem sich der Kopf und/oder die Schultern eines Insassen unter solchen Umständen befinden, unter denen der AOS-Klassifikationsalgorithmus bestimmt, daß der Airbag zur Auslösung freigegeben oder umgekehrt abgebrochen oder gesperrt wird. Die spezifischen Grenzen der H-Zone werden gewöhnlich vorausgewählt, beispielsweise aufgrund der Airbag-Eigenschaften zur Auslösungssicherheit und aufgrund von Verletzungskriterien. In gleicher Weise bestimmt der AOS-Klassifikationsalgorithmus, daß der Airbag gesperrt oder nicht freigegeben oder je nach Fall mit einer modifizierten Aufblasrate, -menge oder -zeit freigegeben wird, falls kein Insasse da ist oder falls der Insasse außerhalb der H-Zone ist, so daß der Kopf und/oder die Schultern des Insassen nicht in die H-Zone eindringen. Ein Beispiel für einen Out-Of-Position-State (OOPS) ist ein sitzendes Kind, dessen Kopf sich unterhalb der Grenze der H-Zone befindet, oder ein erwachsener Insasse, der sich nach vorne zum Armaturenbrett oder zurücklehnt, wobei sich der Kopf unterhalb und/oder vor oder hinter der Grenze der H-Zone befindet.

Die elektronische Schaltung des AOS kann herkömmlich sein. Der Ultraschallimpuls wird von den unterhalb des Wandlers befindlichen Oberflächen reflektiert und das reflektierte Echo wird von dem jeweiligen Wandler empfangen, um ein Eingangssignal für die AOS-Elektronik zu erzeugen. Aus dem Eingangssignal werden von der AOS-Elektronik Entfernungsdaten bestimmt, um den Abstand des das Primärecho erzeugenden Objekts oder der Oberfläche, wie beispielsweise des Kopfes oder des Körpers eines Insassen, eines Kindersitzes, eines Sitzkissens, eines auf dem Sitz liegenden Pakets, etc. zu bestimmen. Gemeinsam erlauben die Entfernungsdaten für das Wandlerfeld dem AOS-Klassifikationsalgorithmus zu bestimmen, ob ein Objekt, wie der Kopf, innerhalb der H-Zone ist und darüber hinaus die Bestimmung der Längsposition des Objektes innerhalb der H-Zone.

Wahlweise können die zeitlich vergangenen Entfernungsdaten für jeden Wandler verwendet werden, um zu bestimmen, ob sich ein Insasse (d. h. der Kopf und/oder die Schultern des Insassen) in bezug auf das Fahrzeug und den Sitz bewegen, wie beispielsweise, wenn sich ein Passagier nach vorne bewegt oder lehnt, und dies kann als Eingangssignal verwendet werden, um zu bestimmen, ob die Airbag-Auslösung freigegeben, gesperrt oder modifiziert werden soll.

Da das erfindungsgemäße AOS-Wandlerfeld aufgrund von Ultraschall-Entfernungsinformationen eine Belegungs-

klassifikation erlaubt, können Wandler mit geringerer Empfindlichkeit verwendet werden als bei Systemen, bei denen kompliziertere qualitative und amplitudenabhängige Informationen aus dem Eingangssignal abgeleitet werden müssen. So können kostengünstige, weniger empfindliche Wandler vom Blei-Zirkonium-Titan (PZT)-Typ verwendet werden, was gegenüber den herkömmlicherweise für AOS-Systeme erforderlichen empfindlicheren Wandlern eine Vielzahl von wichtigen Vorteilen bietet. PZT-Sensoren sind robust, kostengünstig, benötigen kein Schutzgitter, können in sehr dünnen Scheiben hergestellt werden und können in der Dachverkleidung (head liner) ohne hervorstehende Teile bündig montiert werden. Da die PZT-Sensoren bei den erfindungsgemäßen Feldern im allgemeinen senkrecht abwärts gerichtet sind, können sie – falls gewünscht – vergleichsweise größer sein, ohne von der Oberfläche der Dachverkleidung (head liner) hervorzustehen, wobei die größere Ausdehnung die verringerte Empfindlichkeit kompensiert und ermöglicht.

Alle Sensoren, die Elektronik und die Erfassungslogik sind vorzugsweise in einer einzelnen unabhängigen Einheit untergebracht. Die Wandler sind typischerweise auf einer dünnen, langgestreckten Befestigungsplatine montiert, die wahlweise auch die AOS-Elektronikschaltung, die Prozessoren, die Verbindungsleitungen und eine äußere Verzierungsfläche oder -abdeckung trägt. Aufgrund des dünnen Profils der PZT-Wandler (zwischen zwei und fünf Millimeter dick) kann ein vollständiges Wandlerfeld/eine AOS-Einheit als ganzes zwischen dem Dach und der Dachverkleidung (head liner) angebracht werden, also in einem Bereich, der typischerweise eine Tiefe in der Größenordnung von $20 \pm$ mm aufweist und im allgemeinen für andere Funktionen nicht genutzt wird. Bei den bevorzugten PZT-Sensoren ist kein Gitter erforderlich und die Sensoroberfläche wie auch die Oberfläche der Feldeinheit kann in jeder gewünschten Farbe gestrichen werden, die zu dem Innenraum paßt, um mit der Dachverkleidung (head liner) zu harmonisieren. Wahlweise kann eine dekorativ texturierte Beschichtung auf die Verzierungsfläche und/oder die Wandler angebracht werden.

Die Länge der H-Zone und des Wandlerfeldes kann unter Berücksichtigung des Bereichs der Kopfposition der Insassen aufgrund des Längsverstellbereichs des Sitzes ausgewählt werden. Die Ausdehnung der H-Zone kann für den Fahrersitz und einen Insassensitz unterschiedlich festgelegt werden, wobei unter anderem die typischerweise unterschiedlichen Positionen der Airbag-Installationen berücksichtigt werden. Der Abstand und die Anzahl der Wandler des Feldes kann ausgewählt werden, um einen ausreichende Unterscheidung zwischen dem Kopf des Insassen und anderen feststehenden Objekten, wie einer Sitzkopfstütze, zu liefern. Vorzugsweise wird der Abstand und die Anzahl der Wandler so ausgewählt, daß die Kopfstütze, falls vorhanden, mindestens einem Wandler eine Ultraschall-Echoentfernung zurückgibt. Auch wird der Abstand und die Anzahl der Wandler vorzugsweise so ausgewählt, daß der Insassenkopf mehreren, vorzugsweise wenigstens drei, Wandlern eine Entfernungsrückmeldung gibt.

Die Position des Insassen innerhalb der H-Zone wird von dem AOS-Algorithmus aufgrund der H-Zonendefinition (Form und Position im Abteil) und des Musters der Entfernungsrückmeldungen von den Wandlern des Feldes bestimmt. Typischerweise ist der Algorithmus in einem in einer herkömmlichen Computer- oder Gerätesprache geschriebenen Code oder in einer Logikschaltung mit herkömmlichen Geräten implementiert. Das hier beschriebene erfindungsgemäße Verfahren und der Algorithmus zur Bestimmung der Insassenposition kann durch die AOS-Elek-

tronik ausgeführt werden, die geeignete Hardware und/oder Software und/oder Firmware umfaßt, die auf einem geeigneten Prozessor abläuft. Typischerweise wird von einem Prozessor auf die Firmware oder Software unter Verwendung eines geeigneten Lesegerätes zugegriffen, welches das Medium lesen kann, auf dem die Software oder Firmware gespeichert ist, wie ein geeignetes prozessorlesbares Speichermedium. Das Speichermedium umfaßt beispielsweise magnetische Speichermedien oder elektronische Festkörperspeichergeräte, wie Random Access Memories (RAM) oder Read Only Memories (ROM) oder ein anderes physikalisches Gerät oder Medium, das zur Speicherung eines Computerprogramms verwendet wird. Die Software oder Firmware trägt einen Programmcode, der beim Lesen durch den Prozessor den Computer veranlaßt, einige oder alle Schritte des in dieser Anmeldung offenbarten Verfahrens auszuführen.

Das lineare AOS-Feld dieser Erfindung hat im Vergleich zu existierenden AOS-Systemen vom Konsolentyp die folgenden Vorteile:

1. Die bevorzugten PZT-Wandler sind kostengünstig und robust.
2. Die bevorzugten PZT-Wandler haben eine Außenfläche, die gereinigt werden kann, strapazierfähig ist und von Kondensation (condensation) und Massenladung (mass-loading) unbeeinflusst ist (d. h., die wie der restliche Innenraum gereinigt werden kann).
3. Die Kalibrierung ist vereinfacht, da zur Klassifikation lediglich die Entfernung verwendet wird.
4. Der Systemtest ist einfach, da keine Notwendigkeit zum Testen von vielen Belegungsszenarien besteht, weil die Klassifikation auf einfachen Anwesenheits-/Abwesenheits-Kriterien und der Position der Sitzlehne in bezug auf den Kopf der Person beruht.
5. Zur Signalauswertung kann ein einfacher Prozessor mit weniger Speicher verwendet werden.
6. Da alle Sensoren abwärts gerichtet sind und in Abwesenheit eines Insassen standardmäßig eine flache Oberfläche (Fahrzeugsitz und/oder -boden) treffen, die ein Echo zurückgibt, ist der Sensorselbsttest (der teilweise enthalten sein kann) robuster, verglichen mit angewinkelten Sensoren, die aufgrund nicht rechtwinkliger Oberflächen, wie einer Sitzfläche in einem Winkel bezüglich der Sensorrichtung, während Selbsttestroutinen kein Echo empfangen.
7. Da an der Mittelkonsole keine Modifikationen erforderlich sind, ist die AOS-Installation vereinfacht. Im Fall eines nachträglichen Einbaus umfaßt die Installation beispielsweise einfach das Ausschneiden eines Schlitzes aus der Dachverkleidung (head liner), die bündige Montage der integrierten AOS-/Wandlerfeld-Einheit durch Verschlüsse, Klebemittel oder andere Befestigungsmittel und die Kabelverbindung mit der Stromversorgung und dem Airbag-Auslösungssystem.
8. Die Installation ist weiterhin vereinfacht, da Toleranzen bei den Winkeln und Verschiebungen gelockert werden können (es ist zu wiederholen, daß nur die Entfernung verarbeitet wird, die amplitudenunabhängig und robust gegenüber Variationen der Ausrichtung ist). Die bevorzugte Verwendung von zwei spiegelbildlichen AOS-Feldeinheiten würde die symmetrische Erscheinung des Fahrzeuginnenraums aufrechterhalten, wobei eine für die Abdeckung des Beifahrersitzes und eine für die Abdeckung des Fahrersitzes dient.
9. Aufgrund einer vereinfachten Verarbeitung ist eine größere Aktualisierungsgeschwindigkeit der AOS-Belegungsklassifikation möglich. Das folgende Fallbei-

spiel zeigt typische AOS-Aktualisierungsgeschwindigkeitsbereiche mit dem erfindungsgemäßen AOS-Wandlerfeld: Bei einem Abstand von 1 m zwischen dem Sensor und der Sitzfläche wird das Ultraschall-Echosignal in ungefähr 6 ms erfaßt. Das Signal wird in ungefähr 4 ms verarbeitet und die Aktualisierungsgeschwindigkeit beträgt pro Sensor ungefähr 10 ms. In einem System mit beispielsweise sechs Sensoren ist eine Aktualisierungsgeschwindigkeit von 60 ms oder weniger über die gesamte Zone ohne aufwendige Verarbeitungsschaltungen oder -algorithmen erreichbar.

Mit der Hinzufügung eines dynamischen Umschaltens, bei dem das AOS-System Sensoren (wie ein Low-G-Sensor, ein Vor-Unfall-Brerns-Sensor, etc.) zur Erfassung des Bestehens eines Zustandes eines bevorstehenden Unfalls (d. h. einer hohen Wahrscheinlichkeit des bevorstehenden Auftretens eines Zusammenstoßes oder eines Ereignisses mit hoher Verzögerung) sind noch größere Geschwindigkeiten möglich. Während des Bestehens eines Zustandes eines bevorstehenden Zusammenpralls läßt die AOS-Elektronik nur einen einzelnen Ultraschall-Wandler (oder eine Teilmenge dieser Sensoren) Pings abgeben, die eine Front-Keep-Out-Zone (KOZ) definieren, z. B. wenn der oder die vorderen Sensoren nach vorne vor die H-Zone gerichtet werden und zur Definition der KOZ verwendet werden. Die Verwendung eines einzelnen Sensors oder Wandlers (oder einer Teilmenge) erlaubt eine schnellere AOS-Aktualisierungsgeschwindigkeit während eines Zustandes eines bevorstehenden Unfalls.

Darüber hinaus ist die Verfolgung einer Vorwärtsbewegung eines Insassen (z. B. in die KOZ hinein) aufgrund der linearen Anordnungen und der Position der Sensoren parallel zur Mittelachse einfach. Der zeitliche Verlauf von Entfernungsdaten kann von der AOS verwendet werden, um die Insassenbewegung (sowohl Bewegungsverlauf als auch unmittelbare Geschwindigkeit) zu bestimmen und die Insassenposition über zukünftige Zeitintervalle hin vorherzusagen, wobei die Vorhersagen dann wahlweise zur ADS-Steuerung verwendet werden können.

10. Ultraschall-Interferenzen von Lautsprechern eines Unterhaltungssystems sind minimal, da alle Sensoren in dem Fahrgastraum abwärts gerichtet sind und die Lautsprecher typischerweise in den Türen und Wandungen angordnet sind, und horizontal in den Fahrgastraum gerichtet sind. Es bestehen keine Probleme mit Rückspiegel-Interferenzen und ebenfalls keine Probleme mit Sonnenblenden-Interferenzen, da die typische H-Zonengrenze ein Stück hinter der Sonnenblende und dem Rückspiegel beginnt.

11. Das erfindungsgemäße Entwicklungskonzept eines linearen Überkopf-AOS ist bei Fahrzeugen mit einem Sonnendach anwendbar, da das Sonnendach zwischen die Fahrer- und Beifahrereinheiten paßt.

12. Die Einheit wäre preiswerter als derzeitige Entwicklungen, da ein weniger leistungsfähiger Prozessor, weniger Speichern, kein Gitter, kein Klemmring (Bezel) benötigt wird, sondern lediglich ein einstückiges Sensorbefestigungsteil, das die Sensoren und eine einzelne Platine hält. Kostenreduktionen können auch durch das Weglassen eines faradayischen Käfigs für die Sensoren erreicht werden. Die Entfernungseigenschaft ist amplitudenunabhängig und arbeitet unter geringen SNR-(Signal-To-Noise-Ratio)-Bedingungen gut. Eine mit der Zeit eintretende Sensorverschlechterung würde die Leistungsfähigkeit nicht beeinflussen.

13. Das Linearfeld-AOS-System arbeitet wahlweise

sowohl auf Fahrer- als auch auf Beifahrerseite als Alarm-/Anti-Diebstahl-System, wobei das AOS-System einen Algorithmus enthält, um die Ultraschall-Entfernungsdaten zur Erfassung eines Eindringens (der Anwesenheit eines Insassen bei einem im Anti-Diebstahl-Modus aktivierten System) in das Fahrzeug zu erfassen. Als Reaktion gibt das erfindungsgemäße Feld ein Signal an ein Anti-Diebstahlgerät, wie einen hörbaren Alarm. Das lineare AOS-Feld kann mit herkömmlichen Modifikationen ausgedehnt werden, um die Rücksitze zu erfassen. Wahlweise können in dem AOS zusätzliche Sensoren (wie IR, Massensensoren, etc.) beispielsweise zur Temperatursteuerung bzw. -regelung enthalten sein, obwohl dies zur Klassifikation nicht erforderlich ist.

In den beiliegenden Zeichnungen wird die Erfindung detaillierter beschrieben.

Die Fig. 1A, B, C und D zeigen schematische Darstellung des Frontpassagierbereichs eines Fahrzeuginnenraums, der das lineare AOS-Wandlerfeld gemäß der Erfindung enthält, wobei Fig. 1A eine Rückansicht und Fig. 1B eine Seitenansicht der Beifahrerseite, Fig. 1C eine Aufsicht und Fig. 1D eine Seitenansicht der Fahrerseite ist.

Fig. 2 zeigt einen schematischen Querschnitt des in dem Zwischenraum zwischen der Dachverkleidung und dem Fahrzeugdach befestigten linearen AOS-Wandlerfeldes.

Fig. 3 zeigt eine Aufsicht einer ersten alternativen Befestigung des in Fig. 1C gezeigten AOS-Feldes.

Fig. 4 zeigt eine Aufsicht einer zweiten alternativen Befestigung des in Fig. 1C gezeigten AOS-Feldes.

Fig. 5 zeigt eine schematische Aufsicht eines Insassensitzes, die Beispiele von Zielpunkten für Wandler des AOS-Feldes zeigt.

Fig. 6A und 6B zeigen schematische Darstellungen des Frontsitzinsassenbereichs eines Fahrzeuginnenraums in der selben Anordnung wie in den Fig. 1A und 1C und zeigen eine zusätzliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wandlerfeldes für ein Seitennairbag-AOS, das eine seitliche Keep-Out-Zone definiert.

Die folgende detaillierte Beschreibung verdeutlicht die Erfindung beispielhaft und nicht zur Beschränkung des erfindungsgemäßen Prinzips. Die Beschreibung ermöglicht dem Fachmann klar die Herstellung und Verwendung der Erfindung und beschreibt verschiedene Ausführungsformen, Anpassungen, Varianten, Alternativen und Verwendung der Erfindung, einschließlich dessen, was zur Zeit als bestes Ausführungsbeispiel der Erfindung erachtet wird.

Die Erfindung wird diesbezüglich in den verschiedenen Figuren verdeutlicht und ist hinreichend kompliziert, daß die vielen Teile, Zusammenhänge und Unterkombinationen davon einfach nicht vollständig in einer einzelnen patentartigen Zeichnung dargestellt werden können. Zur Einfachheit und Präzision zeigen einige Zeichnungen Teile schematisch oder lassen diese aus, die in der jeweiligen Zeichnung zur Beschreibung eines bestimmten Merkmals, eines Aspekts oder eines Prinzips der offenbarten Erfindung nicht wesentlich sind. So kann die bevorzugte Ausführungsform eines Merkmals in einer Zeichnung gezeigt werden und die bevorzugte Ausführungsform eines anderen Merkmals wird in einer anderen Zeichnung wiedergegeben.

Alle in dieser Beschreibung zitierten Veröffentlichungen und Patentanmeldungen werden hier durch Verweis mit aufgenommen, als ob für die jeweilige Veröffentlichung oder Patentanmeldung spezifisch und individuell die verweisartige Aufnahme angegeben wäre.

Die Fig. 1A bis 1D zeigen eine schematische Rückansicht, eine Ansicht der Beifahrerseite, eine Aufsicht bzw.

eine Ansicht der Fahrerseite des Frontsitzinsassenbereichs eines Insassen P in einem Fahrzeug V, der in Sitzen 12, 14 mit einem in die II-Zone 20 hinein ragenden Kopf H sitzt. Das lineare AOS-Wandlerfeld der Erfindung 1 ist zwischen dem Dach 2 und der Dachverkleidung 4 befestigt. Das AOS-Feld 1 erstreckt sich in Längsrichtung im wesentlichen parallel zur Fahrzeugmittelachse ungefähr vom hinteren Rand der Sonnenblende 6 neben der Windschutzscheibe 8 nach hinten bis ungefähr zur Position der Kopfstütze 10 der Sitzlehne 12 des Sitzes 14 und ist in seitlicher Richtung ungefähr oberhalb der Sitzmittellinie oder -achse angeordnet. Wie aus Fig. 1B ersichtlich ist, ist die Beifahrer-Airbag-Anordnung 7 im Armaturenbrett 9 angeordnet und spiegelt sich in der Windschutzscheibe 8. Die beispielhaft dargestellte AOS-Ausführungsform umfaßt sechs in Längsrichtung zueinander beabstandet angeordnete PZT-Wandler 16, vorzugsweise in einer im wesentlichen geraden Linie entlang der AOS-Einheit 1. Eine in den Fig. 1A und 1D dargestellte zweite, spiegelbildliche AOS-Installation 1' ist oberhalb des linken Fahrersitzes 14' in derselben Weise und Ausrichtung wie das beifahrerseitige AOS 1 befestigt. Die Fahrer-Airbag-Anordnung 7' ist typischerweise im Lenkrad 15 befestigt.

Die Wandler 16 sind mit der Ebene der Dachverkleidung 4 bündig montiert und im wesentlichen vertikal nach unten gerichtet, um ein Feld von Ultraschall(US)-Strahlen 18 (gestrichelte Linien) zu erzeugen, die auf den Sitzbereich gerichtet sind. Die Strahlen 18 (d. h. der Pfad der Haupt-Ultraschall-Impulsstärke) weiten sich bei der Fortpflanzung nach unten in seitlicher Richtung aus und sind im Querschnitt vorzugsweise im wesentlichen elliptisch geformt, wobei die Hauptachse seitlich (quer) in bezug auf die Fahrzeuglängsachse ausgerichtet ist, um sich so aufzuweiten, daß der Sitzbereich von einer Seite zur anderen abgedeckt wird. Gemeinsam weiten sich die Strahlen 18 so auf, daß die Längs- und Quererstreckung der H-Zone 20 (dick gestrichelte Linie) abgedeckt wird, in welcher sich der Kopf des Passagiers P vorragend dargestellt ist. Die untere Ausdehnung der H-Zone wird durch Airbag-Auslösungs-Sicherheitskriterien bestimmt und kann sich ungefähr von der vertikalen Ebene der Mitte der Sitzlehne 12 bis zur Oberseite der Sitzlehne erstrecken. Alternativ können Wandler verwendet werden, die Strahlen mit einem im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt abgeben, wobei – falls erforderlich – zusätzliche Wandler in einer geeigneten, zueinander beabstandeten Anordnung vorgesehen sein können, um Strahlen zu erzeugen, welche die Ausdehnung der H-Zone 20 abdecken.

Fig. 2 ist eine schematische detaillierte Querschnittsdarstellung der Installation der AOS-Einheit 1, die einen der Wandler 16 und eine integrierte AOS-Abdeckung oder einen Randhaltering 22 (Bezel) zeigt, der in der Ebene der Dachverkleidung 4 bündig montiert ist. Die Wandler sind auf einer Befestigungsplatte 24 befestigt, die wahlweise auch Elektronik/Schaltungen enthält, wobei die Platte wiederum durch eine Vielzahl von Verschlüssen oder Klebeeinlagen 26 an dem Dach 2 befestigt ist. Die dargestellten Stromversorgungskabel 28 und das AOS-Ausgangssignalkabel 30 erstrecken sich von der AOS-Einheit 1 zu dem elektrischen System des Fahrzeugs bzw. zu dem (nicht dargestellten) Airbag-Auslösungssystem.

Die Fig. 3 und 4 zeigen eine erste und eine zweite alternative Befestigung der AOS-Einheit 1. In Fig. 3 ist die AOS-Einheit 1 in einer seitlichen Position befestigt, die gegenüber der Mittelachse oder Längsachse des Fahrersitzes etwas nach außen versetzt ist, und die AOS-Einheit 1' der gegenüberliegenden Seite ist in ähnlicher Weise gegenüber der Mittelachse des Beifahrersitzes etwas nach außen versetzt (bei einem typischen Kraftfahrzeug ist die Sitzachse im we-

sentlichen parallel zur Fahrzeugmittelachse). Die Strahlen 18 sind geringfügig nach innen geneigt, um die außenseitige Befestigung des AOS 1 zu kompensieren. Die Versetzung des Feldes erlaubt eine Polsterung der Dachverkleidung direkt über dem Sitz und ein Freihalten von harten AOS-Elementen. Der Abstand zwischen den zwei Einheiten ist ausreichend, um dazwischen die Installation eines Sonnendaches zu erlauben. Alternativ können die erfindungsgemäßen Wandler in einen oder mehrere Seitenkanten-Abdeckungsstreifen der Sonnendacheinheit integriert werden.

In Fig. 4 ist die AOS-Einheit in einer gegenüber der fahrerseitigen Sitzmittelachse etwas nach innen versetzten seitlichen Position befestigt und bei dem beifahrerseitigen AOS 1' besteht ein ähnlicher einseitiger Versatz. Wie in den Fig. 3 und 4 dargestellte Befestigung mit einem innenseitigen/außenseitigen Versatz ermöglicht es, daß der Dachverkleidungsbereich über den Köpfen der Insassen Polstermaterial aufweist, um möglichen Kopfverletzungsvorschriften zu entsprechen.

Fig. 5 zeigt schematisch eine Aufsicht eines Frontsitzes mit Beispielen von Mittelpunkt, auf welche die Wandlerstrahlen gerichtet sind. Es sind vier Punkte (a)-(d) dargestellt, obwohl das AOS mehr oder weniger Wandler aufweisen kann: (a) die Sitzlehne 12 bei dem vollständig in seine hintere (rückwärtige) Position eingestellten Sitz; (b) das Hinterteil der Sitzpolsterung 14 bei dem vollständig zurückgestellten Sitz; (c) das Vorderteil des Sitzpolsters 14 bei dem vollständig zurückgestellten Sitz und (d) das Vorderteil des Sitzkissens 14 bei dem vollständig nach vorne gestellten Sitz. Zusätzliche Wandler und Zielpunkte können vorgesehen sein, falls es gewünscht ist, die II-Zone weiter aufzuteilen, wie beispielsweise mehrere Wandler, die auf Abschnitte der Sitzlehne gerichtet sind, wenn sie sich in einer zurückge-neigten Anordnung befindet.

Das lineare AOS-Wandlerfeld kann wahlweise in AOS-Systemen eingesetzt werden, die seiten-auslösende Airbags steuern, um Insassen bei Unfällen zu schützen, die große seitliche Beschleunigungen aufweisen, wie beispielsweise bei Seitenaufprallkollisionen. Für diesen Zweck können die Entfernungsdaten von den H-Zonen-Wandlern verwendet werden oder es wird ein separates Feld verwendet, das eine seitliche "Keep-Out-Zone" (KOZ) definiert. Die Fig. 6A und 6B zeigen die Frontsitze und die Insassen eines Fahrzeugs in derselben Anordnung wie in den Fig. 1A und 1C und verdeutlichen ein Seitenairbag-AOS-Feld 32 zusätzlich zu dem Frontairbag-AOS-Feld 1. Das Seitenfeld 32 ist vorzugsweise außerhalb des Frontairbag-Feldes in der Dachverkleidung neben dem Seitenfensterbereich angeordnet und gibt Ultraschall-Strahlen 34 ab, die auf einen Raum neben dem Seitenfensterbereich gerichtet sind. Wahlweise kann das Seitenfeld 32 in dieselbe Schaltungsplatine wie das Frontfeld 1 integriert werden, wobei die jeweiligen individuellen Wandler jedes Feldes ausgerichtet oder gezielt werden, um einen der H-Zone 20 bzw. der seitlichen Keep-Out-Zone 36 entsprechenden Ultraschall-Strahl zu definieren. Durch die Ultraschall-Strahlen wird eine seitliche Keep-Out-Zone (SKOZ) 36 vorgegeben, wobei die Ausdehnung der SKOZ von den spezifischen Auslösungseigenschaften und den zugehörigen Verletzungskriterien des bestimmten Typs des Seitenairbag-Systems oder eines anderen eingesetzten Seitenschutz-Systems abhängt (wie beispielsweise ein abwärts, vorwärts, rückwärts, aufwärts oder diagonal auslösendes Seitenairbag-System oder ein ausdehnbares aufblasbares, gepolstertes Gurtsystem). Auf den Empfang eines AOS-Zustands oder -Klassifikationsgangssignals, welches das Eindringen von Insassenkopf und/oder -schulter in die SKOZ 36 anzeigt, sperrt das Seitenairbag-Auslösungssystem die Freigabe des Seitenairbags oder modifiziert

diese.

Es ist klar, daß das erfindungsgemäße lineare AOS-Wandlerfeld eine breite industrielle Anwendbarkeit bei AOS-System für Kraftfahrzeug-Airbag-Systeme hat. Das AOS-Wandlerfeld und dessen zugehörige Klassifikations- und Kalibrierungsalgorithmen können jederzeit an alternative Wandlerfelder angepaßt werden, die nicht linear zueinander beabstandet, sondern an die Dachverkleidung angrenzend geometrisch beabstandet sind, um ein vergleichbares Feld von Ultraschall-Strahlen zur Definition der II-Zone zu schaffen.

Zusätzlich zu der Verwendung in Frontairbag-Systemen (Airbags die im allgemein vor einem Insassen auslösen, insbesondere zum Schutz von Insassen bei einem Frontaufprall) ist das erfindungsgemäße AOS-Wandlerfeld auch nützlich zur Steuerung der Auslösung von Seitenairbag-Systemen (Airbags und/oder andere Schutzelemente, die im allgemeinen an der Seite eines Insassen auslösen, insbesondere zum Schutz von Insassen bei einem Seitenaufprall).

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem zur Bestimmung der Anwesenheit eines Insassen in einer Zone oberhalb mindestens eines Sitzes innerhalb eines Fahrzeugs zur Verwendung in Zusammenarbeit mit einem Airbag-Auslösungssystem mit der folgenden Merkmalskombination:

- a) mindestens einem zueinander beabstandeten Feld von Sensoren, mit einer Vielzahl von Ultraschall-Wandlern, die an die Dachverkleidung des Fahrzeugs angrenzend im wesentlichen oberhalb des Sitzes angebracht und im wesentlichen abwärts gerichtet sind, um eine vorgegebene Belegungs-H-Zone neben und oberhalb des Sitzes zu definieren, die von den durch die Wandler übertragenen Ultraschall-Strahlen abgedeckt wird,
- b) einer Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorelektronik, die innerhalb des Fahrzeugs angebracht und mit dem Feld verbunden ist, um das Feld dazu zu veranlassen, Ultraschall-Impulse in die definierte H-Zone zu emittieren und Ultraschall-Echos von Objekten in der H-Zone als Kraftfahrzeugbelegungs-Sensor-Eingangssignale zu empfangen und
- c) einer Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorelektronik mit einem Prozessor und einem Klassifikationsalgorithmus, der von den Kraftfahrzeugbelegungs-Sensor-Ultraschall-Eingangssignalen abgeleitete Entfernungsdaten verwendet, um ein Signal auszugeben, das die Bestimmung der Anwesenheit oder Abwesenheit eines Objektes in der H-Zone anzeigt.

2. Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem gemäß Anspruch 1, wobei

- a) mindestens einer der Ultraschall-Wandler ein PZT-Sensor ist,
- b) das Fahrzeug eine Mittelachse aufweist und
- c) das Wandlerfeld in einer Linie angeordnet ist, die im wesentlichen parallel zu der Fahrzeugmittelachse ist.

3. Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem gemäß Anspruch 2, wobei mindestens eines der Wandlerfelder im wesentlichen oberhalb eines Fahrersitzes oder eines Frontpassagiersitzes angeordnet ist.

4. Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem gemäß Anspruch 1, wobei das Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem das Signal zur Bestimmung der Anwesenheit oder Abwesenheit an ein Airbag-Auslösungssystem

zur Steuerung bzw. Regelung der Auslösung eines Front-Airbag-Systems oder eines Seiten-Airbag-Systems auslöst.

5. Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem gemäß Anspruch 1, wobei mindestens einer der Ultraschall-Wandler so ausgerichtet ist, daß mindestens eines der Ultraschallechos durch Reflexion am Kopf des Sitzinsassen erzeugt wird, sofern dieser Sitz besetzt ist.

6. Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem zur Bestimmung des Eindringens eines Insassen in eine Keep-Out-Zone oberhalb mindestens eines Sitzes innerhalb eines Fahrzeuges und an die Fahrzeugseite angrenzend zur Verwendung in Zusammenarbeit mit einem Airbag-Auslösungssystem zum Schutz vor einem Seitenauflprall, mit den folgenden Merkmalen in funktionsfähiger Kombination:

- a) mindestens einem zueinander beabstandeten Feld von Sensoren, mit einer Vielzahl von Ultraschall-Wandlern, die an die Dachverkleidung des Fahrzeuges angrenzend im wesentlichen oberhalb des Sitzes angebracht und im wesentlichen nach abwärts gerichtet sind, um eine vorgegebene Keep-Out-Zone in einem vorgegebenen Abstand oberhalb des Sitzes und an die Fahrzeugseite angrenzend zu definieren, die von den durch die Wandler übertragenen Ultraschall-Strahlen abgedeckt wird,
- b) einer Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorelektronik, die innerhalb des Fahrzeuges angebracht und mit dem Feld verbunden ist, um das Feld dazu zu veranlassen, Ultraschall-Impulse in die definierte Keep-Out-Zone zu emittieren und Echos von Objekten in der Keep-Out-Zone als Kraftfahrzeugbelegungs-Sensor-Eingangssignale zu empfangen, und
- c) die Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorelektronik enthält einen Prozessor und einen Klassifikationsalgorithmus, der von den Kraftfahrzeugbelegungs-Sensor-Ultraschall-Eingangssignalen abgeleitete Entfernungsdaten verwendet, um ein Signal auszugeben, das die Bestimmung der Anwesenheit oder Abwesenheit eines Objektes in der Keep-Out-Zone anzeigt.

7. Kraftfahrzeugbelegungs-Sensorsystem gemäß Anspruch 6, wobei mindestens einer der Ultraschall-Wandler ein PZT-Sensor ist.

8. Verfahren zur Bestimmung der Anwesenheit eines Insassen in einem oberhalb der Oberfläche mindestens eines Sitzes innerhalb eines Fahrzeuges definierten Gebiets für ein Airbag-Auslösungssystem, mit den folgenden Schritten in jeder funktionsfähigen Reihenfolge:

- a) Übertragung einer Vielzahl von Ultraschall-Wandlerstrahlen, die oberhalb des Sitzes in einem zueinander beabstandeten Feld abwärts in Richtung des Sitzes gerichtet sind, um eine Belegungs-H-Zone in einem vorgegebenen Abstand oberhalb des Sitzes zu definieren,
- b) Empfang von zurückgegebenen Ultraschall-Echosignalen durch mindestens einen der Wandler,
- c) Ableitung von Echo-Entfernungswerten aus den zurückgegebenen Echosignalen,
- d) Bestimmung der Anwesenheit eines Insassen innerhalb der H-Zone aus den Echo-Entfernungswerten, und
- e) Senden mindestens eines Signals an das Airbag-Auslösungssystem, das die Anwesenheit oder

die Abwesenheit eines Insassen in der H-Zone anzeigt.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, mit den folgenden Schritten:

- a) Bestimmung des zeitlichen Verlaufs der Echo-Entfernungswerte, und
- b) Bestimmung der Bewegungsgeschwindigkeit eines Insassen relativ zu dem Fahrzeug aus dem zeitlichen Verlauf, und
- c) Vorhersage der Anwesenheit des Insassen in der H-Zone für die Zukunft durch Extrapolation aus der Geschwindigkeit.

10. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei

- a) der Übertragungsschritt die Übertragung einer Teilmenge mindestens eines der Ultraschall-Wandlerstrahlen, aber weniger als des gesamten Feldes der Ultraschall-Wandlerstrahlen enthält, um eine vor der H-Zone befindliche Keep-Out-Zone zu definieren,
- b) Bestimmung, ob ein Zustand eines bevorstehenden Zusammenpralls vorliegt, und
- c) als Reaktion auf die Bestimmung, daß ein Zustand eines bevorstehenden Zusammenpralls vorliegt, Bestimmung der Bewegung eines Insassen in die Keep-Out-Zone unter Verwendung von Echo-Entfernungswerten, die der Teilmenge der Wandlerstrahlen entsprechen, um eine schnellere Aktualisierungsrate bei der Bestimmung der Insassenanwesenheit während der Dauer eines Zustandes eines bevorstehenden Zusammenpralls zu erreichen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

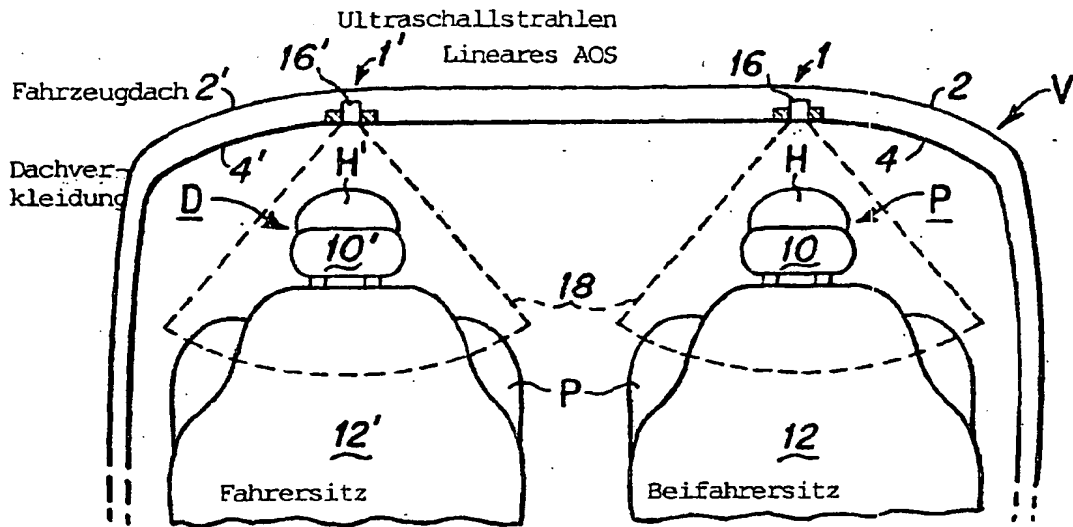


Fig. 1A

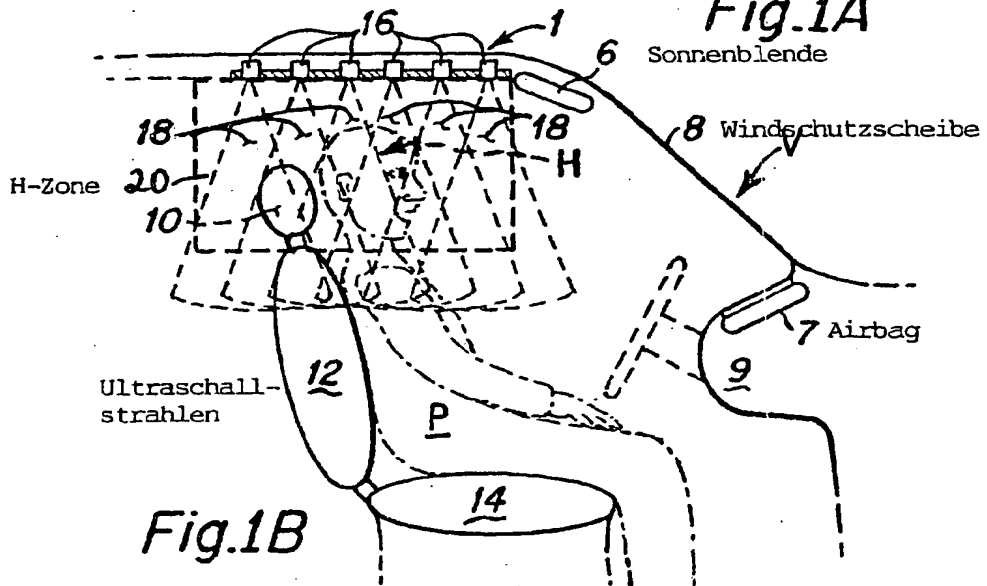


Fig. 1B

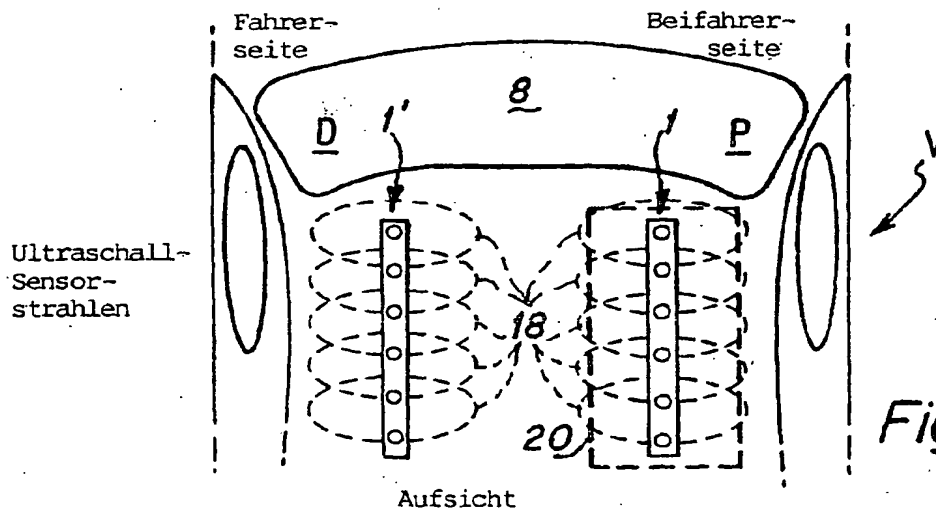
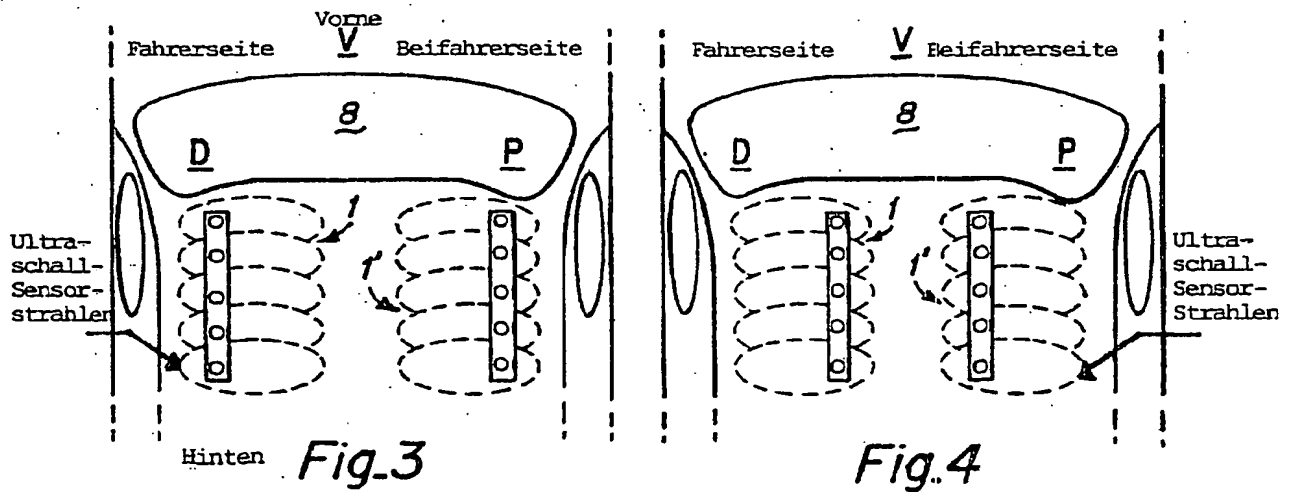
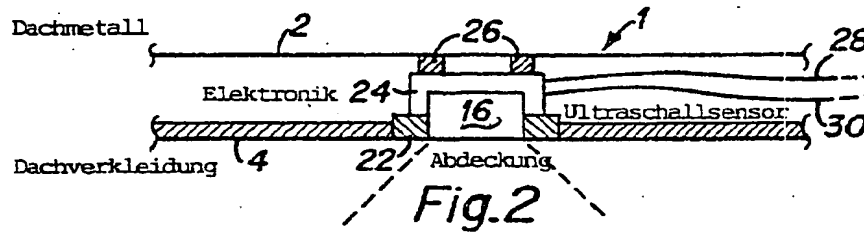
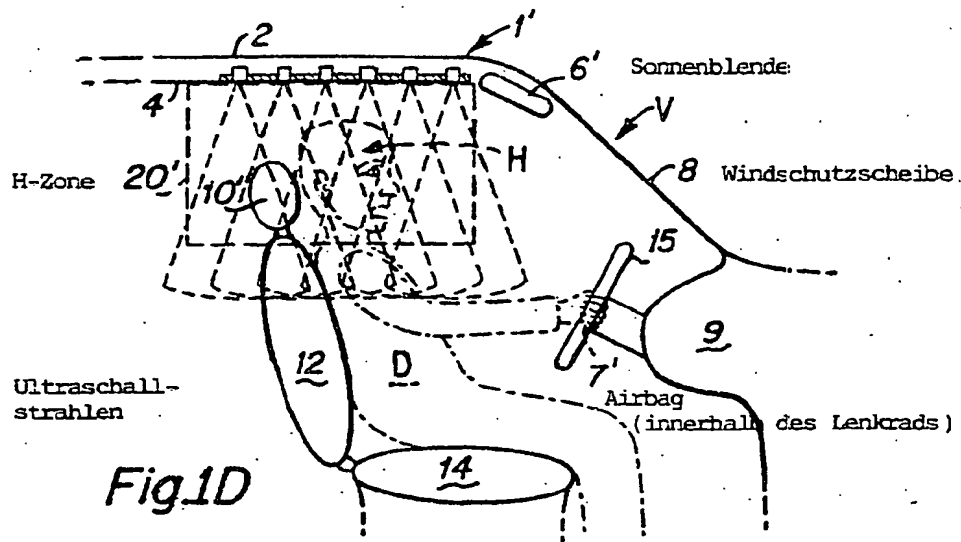
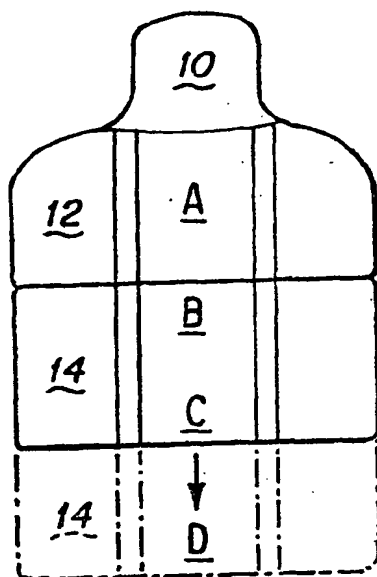


Fig. 1C





- (a) vollständig zurückgestellte Sitzlehne
(b) vollständig zurück hinteres Polster
(c) vollständig zurück vorderes Polster
(d) vollständig nach vorne vorderes Polster

Fig. 5

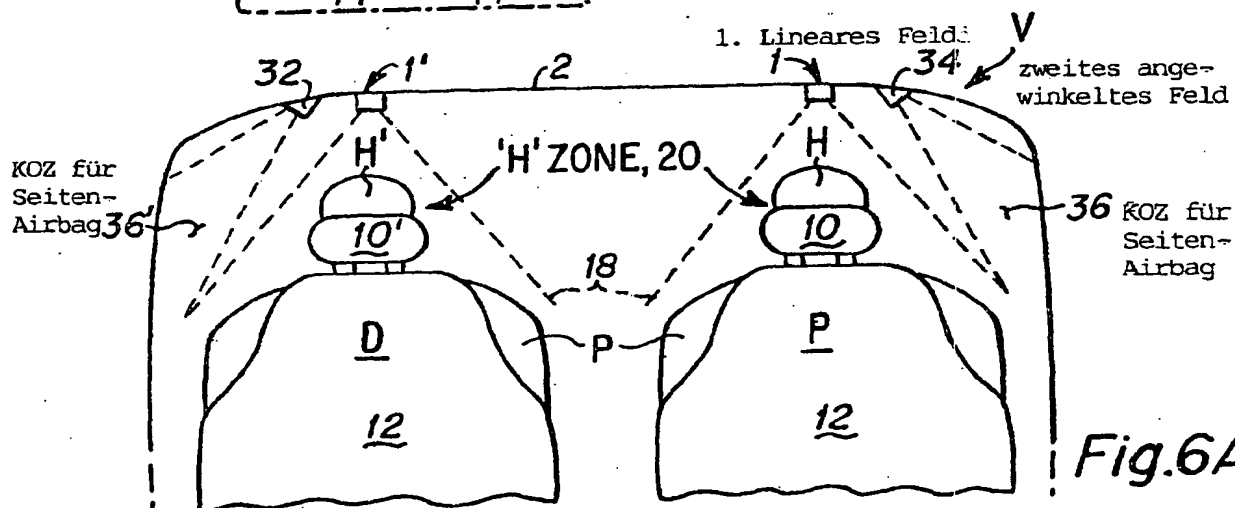


Fig. 6A

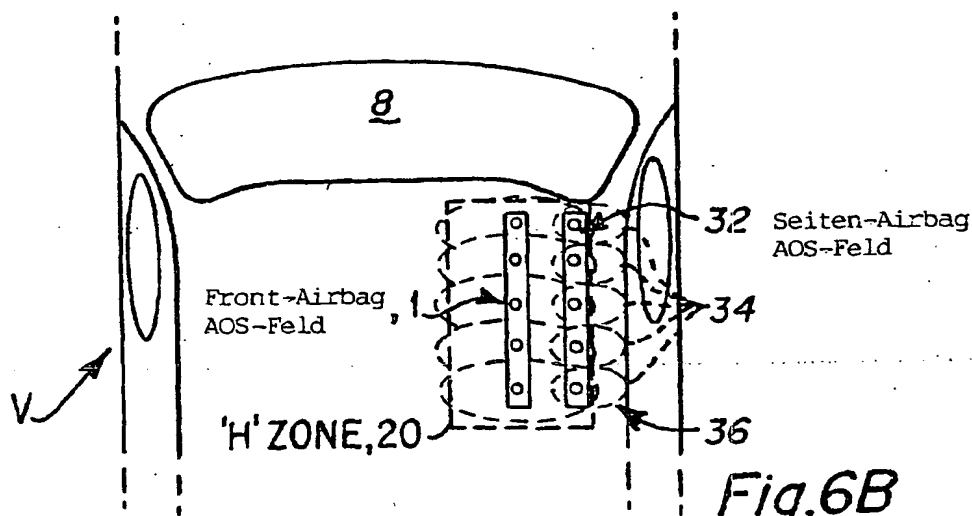


Fig. 6B